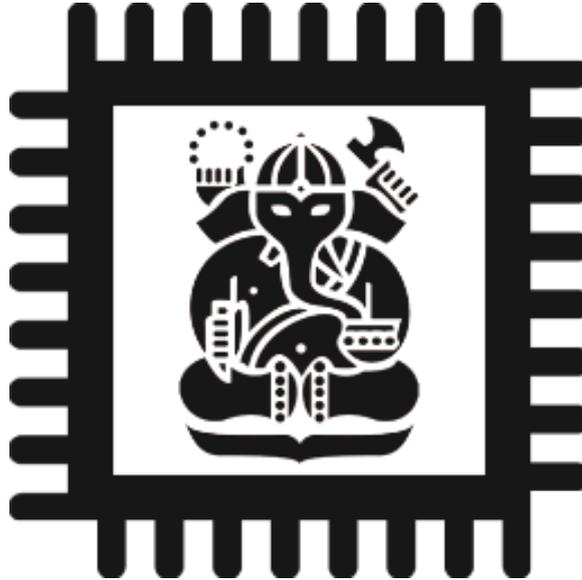


MODUL 02
DASAR PENGUKURAN
PRAKTIKUM ELEKTRONIKA TA 2021/2022



LABORATORIUM ELEKTRONIKA DAN INSTRUMENTASI
PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Riwayat Revisi	Rev.
02-09-2016 - Muhammad Fauzan Girindra	1
06-08-2017 - Florentin Anggraini Purnama	2
23-06-2018 – M. Iqbal Mauludi (Ben Gurion)	3
23-08-2019 – Arsharizka Syahadati Ichwanda	4
26-08-2021 – Irsan Ferdian Agung Sudrajat	5

1 TUJUAN

- Memahami cara mengukur komponen
- Memahami cara pengoperasian multimeter, RLC meter, dan osiloskop
- Memahami cara pengoperasian generator sinyal (*signal generator*)
- Memahami cara pengoperasian catu daya (*power supply*)
- Memahami cara penyusunan rangkaian setara Thevenin
- Memahami cara menentukan nilai hambatan dalam

2 PERSIAPAN

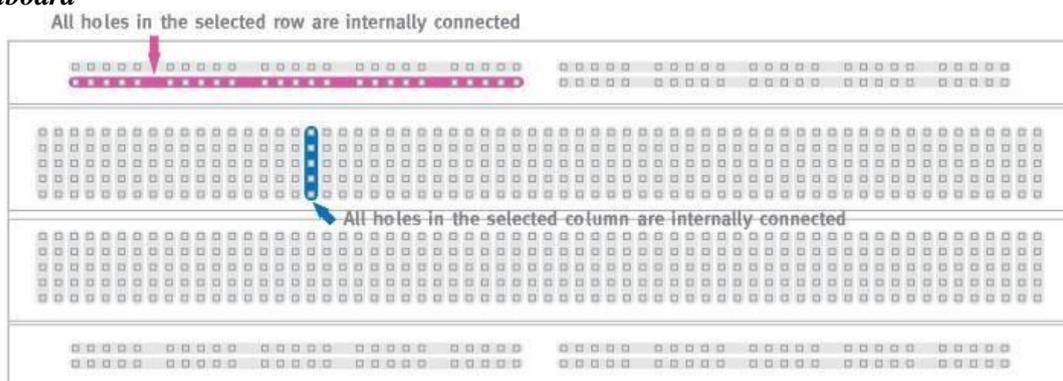
- Membaca tentang prinsip fisis listrik di www.explainthatstuff.com/electricity.html
- Membaca tentang pemahaman yang salah tentang kelistrikan di www.furryelephant.com/content/electricity/teaching-learning/misconceptions/
- Membaca tentang cara menggunakan breadboard di https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-use-a-breadboard?_ga=2.50583722.287979857.1629960726-752549670.1629960726
- Membaca tentang prinsip kerja rangkaian Thevenin di https://www.electronics-tutorials.ws/dccircuits/dcp_7.html

3 PERALATAN PRAKTIKUM

- 1 buah multimeter
- 1 buah osiloskop analog
- 1 buah *signal generator*
- 1 buah catu daya (*power supply*)
- 2 buah *probe* osiloskop
- 4 buah *probe* capit (untuk *signal generator* dan catu daya)
- 1 buah *breadboard*
- 1 buah RLC meter
- Resistor, Kapasitor, Induktor, Dioda

4 DASAR TEORI

Breadboard



Gambar 1. Skema *breadboard*^[1]

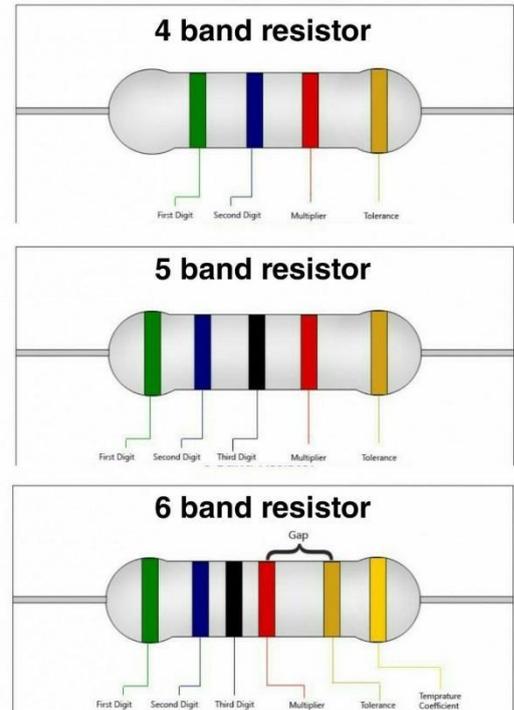
Breadboard merupakan suatu papan kumpulan dari lempengan besi yang digunakan untuk menggantikan penggunaan kabel yang kurang praktis. Seperti yang bisa dilihat pada gambar, bagian merah dan bagian biru merupakan bagian *breadboard* terhubung.

Resistor

Resistor (hambatan) berfungsi untuk mengatur arus listrik yang mengalir pada sebuah komponen. Resistor memiliki nilai resistansi yang dinyatakan dengan satuan ohm (Ω). Nilai resistansi pada setiap resistor direpresentasikan oleh pita warna pada tiap resistor.

Tabel 1. Kode warna resistor^[2]

Warna	Nilai	Faktor Pengali	Toleransi	Koefisien Temperatur (ppm/°C)
Hitam	0	10 ⁰	-	-
Coklat	1	10 ¹	± 1%	100
Merah	2	10 ²	± 2%	50
Oranye	3	10 ³	± 3%	15
Kuning	4	10 ⁴	± 4%	25
Hijau	5	10 ⁵	± 0,5%	-
Biru	6	10 ⁶	± 0,25%	10
Ungu	7	10 ⁷	± 0,10%	5
Abu-abu	8	10 ⁸	± 0,05%	-
Putih	9	10 ⁹	-	-
Emas	-	10 ⁻¹	± 5%	-
Perak	-	10 ⁻²	± 10%	-



Gambar 2. Kode warna resistor^[2]

Tiap resistor memiliki jumlah pita warna yang berbeda, dari 4 hingga 6 buah. Tiap resistor yang mempunyai jumlah berbeda juga memiliki pembacaan pita yang berbeda.

- Pita pertama : angka pertama dari nilai resistansi.
- Pita kedua : angka kedua dari nilai resistansi.
- Pita ketiga : nilai faktor pengali dengan satuan ohm (resistor dengan 4 gelang warna); atau angka ketiga dari nilai resistansi (resistor dengan 5 dan 6 gelang warna).
- Pita keempat : nilai toleransi (resistor dengan 4 gelang warna); nilai faktor pengali dengan satuan ohm (resistor dengan 5 dan 6 gelang warna).
- Pita kelima : nilai toleransi (resistor dengan 5 dan 6 gelang warna).
- Pita keenam : koefisien temperatur dengan satuan *part per millions* (ppm)/°C

Multimeter

Multimeter merupakan kumpulan rangkaian listrik yang berfungsi sebagai alat pengujian komponen listrik. Multimeter bisa berfungsi sebagai voltmeter untuk mengukur tegangan, ammeter untuk mengukur kuat arus, dan ohmmeter untuk mengukur hambatan. Beberapa multimeter juga dapat mengukur dioda, kapasitor, dan transistor.

Ringkasan peringatan pemakaian^[3]

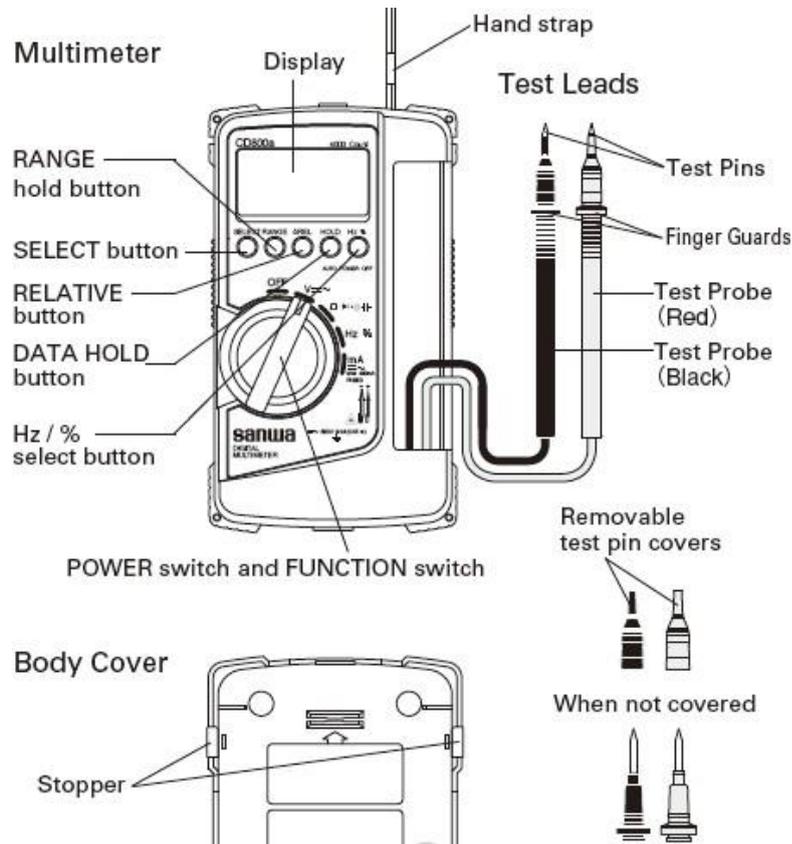
- Jangan menggunakan multimeter pada rangkaian yang melebihi 3kVA.
- Jangan menggunakan multimeter apabila *probe* rusak.
- Jangan menggunakan multimeter untuk mengukur rangkaian yang terhubung dengan alat yang menghasilkan *surge voltage* (contoh: motor) karena akan melebihi tegangan maksimum.
- Ketika menggunakan multimeter, hubungkan terlebih dahulu *probe* hitam (*ground*) kemudian *probe* merah. Lepaskan terlebih dahulu *probe* merah kemudian *probe* hitam.
- Selalu pastikan jari Anda tidak melebihi *finger guards* (tr: batas jari, dapat dilihat pada gambar 5) ketika melakukan pengukuran.
- Jangan menggunakan multimeter ketika tangan Anda basah atau ketika lingkungan Anda lembap.



Gambar 3. multimeter digital^[3]

\perp : Ground	\rightarrow : Diode	--- : Fuse
\bullet) : Buzzer	--- : Capacitance	Ω : Resistance
--- : Direct current(DC)	Hz : Frequency	
% : Duty cycle	\sim : Alternating current(AC)	
\square : Double insulation(Protection Class II)		
+ : Plus input --- (Red)	- : Minus input --- (Black)	

Gambar 4. Simbol pada multimeter SANWA CD800A^[3]



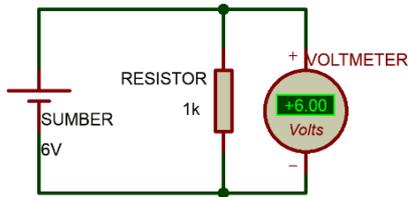
Gambar 5. Komponen multimeter SANWA CD800A^[3]

Petunjuk tombol multimeter^[3]

- **Function switch (tr: saklar fungsi)** : gunakan saklar ini untuk mematikan dan menghidupkan multimeter serta memilih mode pengukuran $V \text{ --- } \sim, \Omega / \rightarrow / \bullet$ / --- , Hz/% , mA $\text{--- } \sim$
- **SELECT** : ketika tombol ini ditekan (\rightarrow), fungsinya akan berubah sebagai berikut.
 - Pada kasus V dan mA, mode pengukuran akan berubah dari DC (garis lurus) \rightarrow AC (garis bergelombang) \rightarrow DC (garis lurus).
 - Pada kasus $\Omega, \rightarrow, \bullet$, mode pengukuran akan berubah $\Omega \rightarrow \rightarrow \bullet \rightarrow \rightarrow \text{---}$ $\rightarrow \Omega$
- **RANGE** : Tekan tombol RANGE untuk menetapkan ketelitian yang Anda inginkan. Tekan tombol untuk melihat pilihan ketelitian yang tersedia. Tanda AUTO pada layar akan hilang ketika Anda sedang berada dalam mode ketelitian yang Anda pilih. Untuk mengembalikan seperti semula, tekan tombol selama 1 detik hingga AUTO kembali muncul pada layar.
- **Δ REL** : *relative zero* (tr: nol relatif) memungkinkan pengguna untuk menentukan titik nol baru sesuai keinginan. Nilai yang muncul di layar akan menjadi titik nol baru ketika tombol ini ditekan. Tekan kembali tombol ini untuk mengembalikan titik nol menjadi seperti semula.
- **HOLD** : ketika tombol ini ditekan, nilai yang ditampilkan di layar akan tetap. Tekan kembali tombol untuk mengembalikan seperti semula.
- **Hz/%** : Ketika tombol ditekan, mode akan berubah dengan urutan pengukuran frekuensi ke duty cycle Hz \rightarrow %

Pada setiap percobaan, penting untuk menyamakan ground setiap rangkaian agar setiap rangkaian memiliki definisi titik nol yang sama.

Voltmeter



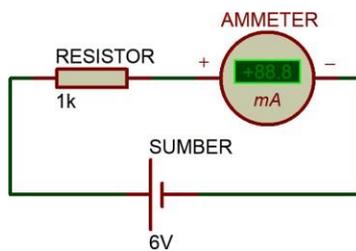
Gambar 6. Skema rangkaian voltmeter

Dari Hukum Coulomb, hubungan antara tegangan dengan energi listrik seperti berikut:

$$W = V.I.t$$

Tegangan menunjukkan energi yang dibutuhkan untuk melewati muatan dalam suatu komponen. Artinya, 1 Volt menunjukkan bahwa dalam suatu komponen dibutuhkan energi sebesar 1 Joule untuk melewati muatan sebesar 1 Coulomb. Untuk mengukur tegangan, multimeter harus dirangkai secara paralel dengan komponen listrik. Ketika di set sebagai voltmeter, multimeter memiliki hambatan yang sangat besar ($R \rightarrow \infty$) sehingga tidak akan mengganggu rangkaian. Saat dalam mode AC, multimeter mengukur V_{rms} (bukan V_{peak}).

Ammeter



Gambar 7. skema rangkaian ammeter

Menurut Hukum Coulomb, hubungan antara kuat arus listrik dengan muatan listrik seperti berikut:

$$I = \frac{Q}{t}$$

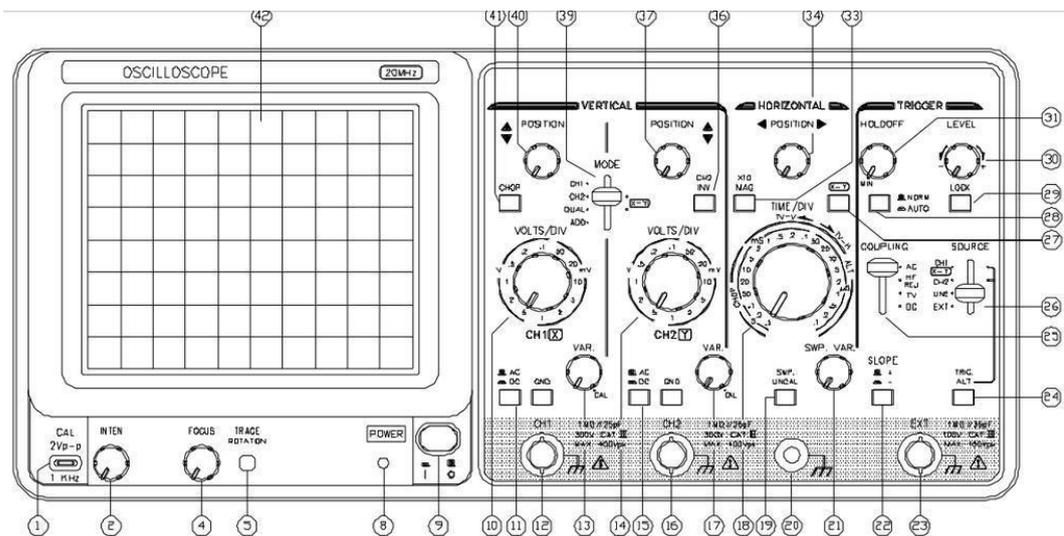
Dari persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa kuat arus listrik menunjukkan berapa jumlah muatan yang melewati suatu titik per satuan waktu. Artinya, 1 Ampere menunjukkan bahwa dalam suatu titik, ada muatan sebesar 1 Coulomb yang melewati titik tersebut dalam 1 detik. Untuk mengukur kuat arus, multimeter harus dirangkai secara seri dengan komponen listrik. Ketika di set sebagai ammeter, multimeter memiliki hambatan yang sangat kecil ($R \rightarrow 0$) sehingga ketika dirangkai secara seri, ammeter tidak akan mengubah rangkaian. Saat dalam mode AC, multimeter mengukur I_{rms} (bukan I_{peak}).

Ohmmeter

Hambatan suatu komponen menunjukkan kesulitan yang harus diatasi untuk mengalirkan arus listrik melalui komponen tersebut. Ohmmeter bekerja dengan cara mengalirkan arus listrik konstan ke rangkaian yang ingin diukur kemudian mengukur tegangan yang didapatkan. Nilai hambatan dihitung dari arus listrik dan tegangan tersebut. Karena ohmmeter bekerja dengan mengalirkan arus, sangat penting untuk **mensterilkan komponen yang diukur dari arus listrik selain dari multimeter**. Hindari mengukur hambatan ketika komponen masih berada dalam *breadboard*. Hindari juga memegang bagian konduktor dari komponen yang diukur karena hambatan tubuh akan ikut terukur oleh multimeter.

Osiloskop

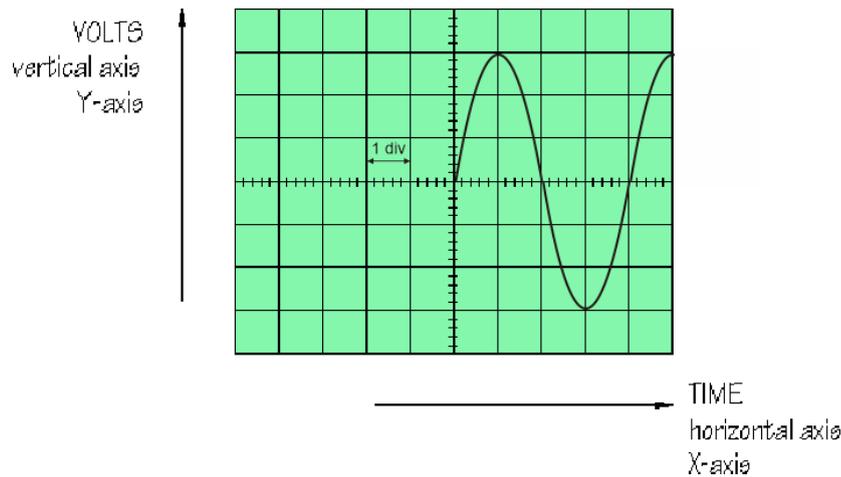
Osiloskop merupakan alat yang mampu menampilkan bentuk sinyal tegangan terhadap waktu, berbeda dengan multimeter yang hanya menampilkan nilai tegangan. Pada dasarnya, osiloskop merupakan tabung sinar katoda (CRT) yang mengarahkan sinar yang ditembakkan di layar untuk mengilustrasikan sinyal yang masuk ke dalamnya.



Gambar 8. Osiloskop analog Goodwill seri 622G^[4]

Tabel 2. Bagian-bagian osiloskop^[4]

Bagian Nomor	Bagian Osiloskop	Fungsi
1	Kalibrasi	Terminal ini memberikan tegangan kalibrasi sebesar 2 Vp-p, 1kHz berbentuk gelombang kotak positif
2	Inten	Mengatur tingkat kecerahan (intensitas cahaya) pada layar
4	Focus	Mengatur tingkat ketajaman dari citra sinyal yang ditampilkan pada layar untuk memperoleh gambar yang lebih jelas
9	POWER	Tombol on/off osiloskop
10	Volt/Div	Mengatur skala (faktor pengali) dari tegangan yang akan diwakilkan oleh satu satuan persegi pada layar. Skala tegangan dinyatakan secara vertikal
11 dan 15	AC-DC-GND	Coupling, untuk berpindah dari AC coupling ke DC coupling ke GND coupling
12	Channel 1	Tempat memasukkan probe untuk mengukur data sinyal atau tegangan
16	Channel 2	Tempat memasukkan probe untuk mengukur data sinyal atau tegangan. Kedua channel dapat digunakan terpisah atau bersamaan
18	Time/Div	Mengatur skala (faktor pengali) dari waktu yang akan diwakilkan oleh satu satuan persegi pada layar. Skala waktu dinyatakan secara horizontal
20	Ground	Terminal ground dari osiloskop
25	COUPLING	AC: berfungsi sebagai <i>high pass filter</i> , mengatenuasi sinyal DC (<i>low frequency</i>) dan menampilkan sinyal AC (<i>high frequency</i>), DC: menampilkan sinyal AC dan sinyal DC, HF REJ: <i>High Frequency Rejection</i> : mengatenuasi komponen sinyal di atas 50 kHz (-3dB), TV: menggunakan sinyal TV sebagai trigger
33	10X MAG	Memperbesar citra sinyal sebesar 10 kali lipat
34	Position X	Mengatur posisi citra sinyal di layar pada arah sumbu X
37 dan 40	Position Y	Mengatur posisi citra sinyal di layar pada arah sumbu Y
39	VERT	Menentukan sumber sinyal yang keluar di layar. CH1 menampilkan sinyal dari channel 1, CH2 sinyal dari channel 2, DUAL menampilkan keduanya, ADD menampilkan penambahan secara matematis dari kedua osiloskop, dan pengurangan sinyal CH1-CH2 ketika tombol CH2 INV (36) dimatikan.



Gambar 9. Layar osiloskop

Layar osiloskop tampak seperti gambar di atas. Apabila pada osiloskop diatur $\text{Volt/div} = 3\text{V}$ dan $\text{Time/div} = 1\text{s}$, maka pembacaan gelombang sinusoidal di atas memiliki $V_{\text{peak-to-peak}} = 18\text{V}$ dan periode = 4s.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pada bagian kiri bawah dari layar terdapat suatu *male port* berupa lempengan logam kecil dengan lubang bagian tengahnya yang diberi label CAL 2Vp-p (1) (lihat gambar 5). Bagian ini digunakan sebagai kalibrator utama ketika osiloskop hendak digunakan pertama kali. Cara mengkalibrasikan osiloskop pertama kali sebagai berikut.

- Atur nilai volt/div sebesar 1V atau 2V dan atur *channel* yang akan ditampilkan.
- Hubungkan channel tersebut dengan *probe* osiloskop, kemudian sentuhkan *probe* tersebut pada lempeng logam di bagian kiri bawah layar tersebut.
- Atur nilai time/div dan level sehingga citra dua buah garis dengan nilai tegangan *peak-to-peak* sebesar 2 Volt tersebut nampak dengan jelas pada layar.
- Atur posisi vertikal dengan menggunakan panel yang ada sehingga titik tengah dari kedua garis itu tepat berada pada tengah layar ($y=0$), atau dengan kata lain kedua garis yang nampak berada pada nilai positif dan negatif yang sama. Untuk penggunaan volt/div sebesar 1V, garis akan berada satu kotak di atas dan satu kotak di bawah dari titik tengah.

Osiloskop telah terkalibrasi dan telah dapat digunakan untuk melakukan pengukuran.

Signal Generator

Signal generator merupakan perangkat elektronika yang berfungsi untuk menghasilkan beberapa bentuk sinyal AC dengan besar amplitudo dan nilai frekuensi yang dapat diatur. Berikut beberapa bagian penting yang ada pada *signal generator*.

Tabel 3. Bagian-bagian *signal generator*

No.	Bagian <i>Signal Generator</i>	Fungsi
1	Saklar daya (<i>power switch</i>)	Menyalakan <i>Signal Generator</i>
2	Terminal output	Tempat pemasangan <i>probe</i> output
3	Amplitudo	Pengaturan nilai amplitudo yang dihasilkan
4	<i>Frequency</i>	Pengaturan nilai frekuensi yang dihasilkan
5	<i>Waveform</i>	Memilih bentuk gelombang yang dihasilkan



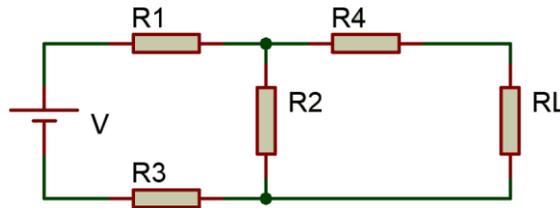
Gambar 10. Signal generator^[5]

Untuk mengatur nilai frekuensi yang dihasilkan, digunakan dua buah panel. Panel pertama berbentuk pemutar dengan skala 10 hingga 100 dan panel kedua berupa tombol yang menentukan faktor pengali

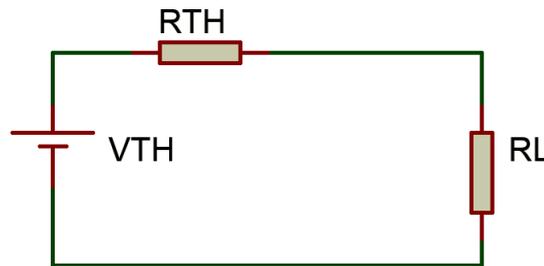
dimulai dari 1 hingga 10.000. nilai frekuensi yang dihasilkan pada *signal generator* ini dalam satuan Hz (getaran per detik).

Rangkaian Thevenin

Rangkaian Thevenin merupakan metode matematis untuk menyederhanakan suatu rangkaian listrik yang kompleks menjadi rangkaian dengan hanya 1 sumber tegangan (V_{Th}) dan 1 resistor (R_{Th}).



Gambar 11. Skema rangkaian yang disederhanakan



Gambar 12. skema rangkaian setara thevenin

Definisi V_{Th} : Tegangan Thevenin adalah tegangan rangkaian terbuka (tanpa beban) dari sirkuit asal^[6].

Definisi R_{Th} : Hambatan Thevenin adalah resistansi dari pandangan luar terminal dengan semua sumber tegangan atau arus diganti oleh hambatan dalam tersebut^[6].

Artinya, V_{Th} pada rangkaian di gambar 11 dapat dihitung dengan persamaan^[6]

$$V_{Th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot V \quad (2)$$

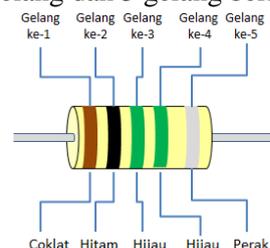
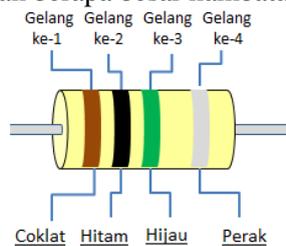
Karena V_{Th} adalah tegangan saat beban tidak ada atau *open loop/circuit*, akibatnya tidak ada arus yang mengalir melewati R_4 (sesuai Hukum Kirchoff).

Hambatan Thevenin adalah hambatan dari sudut pandang terminal keluaran dengan sumber yang diganti dengan hambatan dalamnya^[6]. Hambatan dalam dari sumber tegangan adalah nol (secara ideal). Hambatan yang setara dari R_1 , R_2 , dan R_3 adalah seri dengan R_4 . Dengan demikian, hambatan Thevenin untuk rangkaian ini adalah seperti berikut^[6]

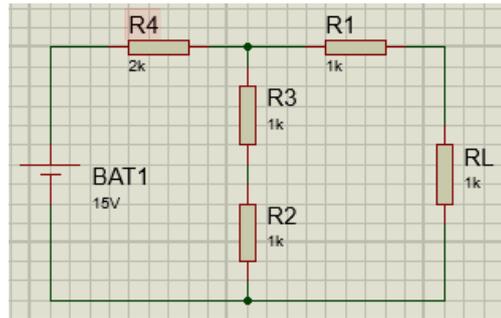
$$R_{Th} = [(R_1 + R_3) \parallel R_2] + R_4 \quad (2)$$

5 TUGAS PENDAHULUAN

1. Mengapa pengukuran arus harus dilakukan secara seri dan pengukuran tegangan dilakukan secara parallel ?
2. Jelaskan berapa besar hambatan dari resistor 4 gelang dan 5 gelang berikut ini !



3. Hitunglah tegangan dan hambatan Thevenin untuk rangkaian berikut! ($R_1=R_2=R_3= 1k$, $R_4 = 2k$, Baterai = 15 V)



4. Sebutkan aturan keselamatan dalam menggunakan multimeter, osiloskop dan signal generator minimal 4 untuk masing-masing alat !